

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR ADHESIÓN EN PASTIZALES MEDITERRÁNEOS. UNA APROXIMACIÓN EXPERIMENTAL

J. TRABA, C. LEVASSOR Y B. PECO

*Departamento Interuniversitario de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid.
Cantoblanco, 28049, Madrid. correo electrónico: atila@uam.es

RESUMEN

Se estudia la importancia relativa de un mecanismo de dispersión de semillas a larga distancia (exozoocoria) en dos zonas sometidas a distinto uso ganadero. Una de ellas es un pastizal de dehesa con explotación ganadera extensiva (vacas y caballos) y la otra un matorral de cantueso (*Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*) que sufre abandono de cualquier uso agroganadero desde hace al menos 40 años. Se utilizó como método de aproximación a la exozoocoria la capacidad de captura de semillas con calcetines de lana. El muestreo se realizó mediante transectos de aproximadamente 200 metros (seis en cada zona), caminando con calcetines sobre el calzado. Los calcetines fueron posteriormente dispuestos en invernadero, para seguir la germinación de las semillas en ellos prendidas. Los resultados mostraron una gran cantidad de semillas germinadas en los calcetines (más de 2000) de 66 especies, aunque sin diferencias significativas entre sistemas. El método de muestreo no seleccionó positivamente especies con adaptaciones específicas a la epizoocoria. A pesar del heterodoxo método empleado, la abundancia de semillas y la diversidad de especies encontrada permiten pensar que la exozoocoria es un factor de importancia en la dinámica de los pastizales y los matorrales mediterráneos.

Palabras clave: Exozoocoria, epizoocoria, pastoreo, herbivoría, dispersión a larga distancia.

INTRODUCCIÓN

La dispersión de semillas por exozoocoria, epizoocoria o adhesión es un tema que suele evitarse en la mayoría de los estudios de dispersión en comunidades. La única revisión existente sobre el tema se centra en las circunstancias que han favorecido el desarrollo de estructuras morfológicas adaptadas a la dispersión por adhesión (Sorensen, 1986), siendo muy escasos los estudios que cuantifican o evalúan este mecanismo dispersivo. Entre la exigua bibliografía aparecen trabajos sobre adaptaciones morfológicas de semillas (Mori y Brown, 1998; Arqueros *et al.*, 1999), sobre relaciones ancestrales entre animales y plantas epizoócoras (Milton *et al.*, 1990) y algunos estudios experimentales sobre transporte en animales o en el hombre (Agnew y Flux, 1970; Bullock y Primack, 1977; Molinillo y Farji Brener, 1993; Fischer *et al.*, 1996; Olson *et al.*, 1997). En general se han obtenido escasas conclusiones funcionales; entre ellas que la exozoocoria parece ser un fenómeno de gran importancia en medios perturbados y pastoreados (Sorensen, 1986; Milton *et al.*, 1990; Willson *et al.*, 1990), y que su trascendencia en la dinámica general de los

sistemas podría superar a la de la endozoocoria (Sorensen, 1986). Sin embargo, en la mayoría de los casos se trata de hipótesis que no han sido testadas. Esta evidente laguna en el conocimiento de la exozoocoria ha de ser cubierta con trabajos de campo (Fischer *et al.*, 1996), que permitan completar el aún vago esquema de funcionamiento de este vector dispersivo, y su relación con la dinámica general de los sistemas.

El objetivo de este trabajo es realizar una aproximación al papel de este vector dispersivo en la dinámica funcional de las comunidades por medio de un experimento que permita comparar su importancia relativa en dos sistemas diferenciados. Para ello se realiza una descripción del número de semillas movilizadas, a qué especies pertenecen y si las especies presentes en las muestras tienen algunas adaptación a la dispersión por adhesión.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio se localiza a unos 35 km. al Norte de Madrid. Se trata, por un lado, de una dehesa de *Quercus ilex* subsp. *ballota*, con un estrato herbáceo dominado por *Poa bulbosa* y un gran número de anuales; por otro lado, un matorral dominado por cantueso (*Lavandula stoechas* subsp. *pedunculata*) que presenta a su vez un estrato de herbáceas con perennes y anuales y gran cobertura de líquenes, y con la compañía esporádica de otros matorrales como *Cytisus scoparius*, *Halimium umbellatum* o *Helichrysum stoechas*. Ambos sistemas presentan las mismas características físicas: zonas planas, secas, sobre lito-suelos en sustrato gneísico, aunque difieren en la historia de uso del suelo, ya que el matorral ha experimentado un uso ganadero marginal desde hace al menos 40 años, mientras que la dehesa mantiene un pastoreo extensivo tradicional (Montoya *et al.*, 1988).

Para la estimación de las semillas dispersadas por adhesión se realizaron, en cada sistema en estudio, seis transectos de 300 pasos (aproximadamente 200 metros) que se recorrieron caminando con calcetines de lana sobre el calzado. Con ellos se pretendía emular, salvando las distancias, la captura de semillas que se efectúa, no intencionadamente, durante el tránsito de los animales. Una técnica parecida (estimando la captura de semillas sobre ropas de algodón) fue utilizada por Bullock y Primack (1977) en un estudio comparativo de dispersión por adhesión. Con este método se pretendía efectuar una comparación entre sistemas, en relación con el potencial dispersivo de este vector.

Los transectos se efectuaron en julio de 1996, tras lo cual los calcetines fueron conservados en lugar oscuro y fresco hasta el siguiente otoño, momento en el que cada calcetín fue plegado y colocado junto a su pareja sobre tierra vegetal esterilizada, en bandejas agujereadas, a su vez ubicadas sobre bandejas mayores y colocadas en el invernadero. Inmediatamente se inició el proceso de germinación, suministrando riego periódico y arrancando las plántulas según eran identificadas. Cada cierto tiempo, cuando ninguna germinación nueva era registrada, se procedía a voltear con precaución los calcetines, aunque la lana era suficientemente porosa como para permitir la germinación de todas las semillas. Los calcetines se mantuvieron en el invernadero durante dos ciclos completos de germinación (hasta julio de 1998), con una interrupción en el suministro de agua durante el mes de agosto de 1997, tras comprobar que ninguna plántula había emergido durante el mes anterior.

Las diferencias entre zonas para el número de especies y la densidad de semillas se han analizado con el test de la U de Mann-Whitney. Las especies recogidas en los calcetines fueron clasificadas en función de las adaptaciones de sus semillas o

frutos a la dispersión en tres clases: anemócoras (con alas, vilanos o similares, que faciliten el vuelo), exozoócoras (con ganchos, puntas o similares, que ayuden a fijarse al pelo o piel de los animales) y pasivas (sin adaptaciones especiales). Para conocer si las especies presentes en las muestras estaban adaptadas a la exozoocoria se han realizado tests de la χ^2 , tanto para los datos totales como para los datos por sistema, frente a la lista de especies presentes en ambos sistemas el mismo año (Traba, 2000).

RESULTADOS

En las muestras de calcetines de los doce transectos, en las dos zonas, se han encontrado un total de 2130 semillas, pertenecientes a 66 especies, incluyendo entre ellas semillas no identificadas a nivel específico, pertenecientes al género *Vulpia*. No

se encontraron diferencias significativas entre sistemas, ni para la densidad de semillas ni para la riqueza de especies (tabla 1; densidad de semillas: $U=1,0$; $p=0,262$; riqueza de especies: $U=18,0$; $p=1,000$).

Las semillas presentes en los calcetines no presentaron adaptaciones específicas para la dispersión por adhesión ($\chi^2 = 0,190$; $p = 0,666$, para el total de las especies). De hecho, de las 66 especies aparecidas en el total de las muestras, sólo 10 correspondieron a plantas previamente clasificadas como adaptadas (sus semillas o frutos) a la epizoocoria. Este tipo de análisis se desarrolló por separado para cada sistema, ofreciendo resultados similares ($\chi^2 = 0,090$; $p = 0,768$, para los sistemas pastoreados; $\chi^2 = 1,410$; $p = 0,235$, para los sistemas no pastoreados).

Sin embargo, las nueve especies con adaptaciones recogidas en los muestreos de

Tabla 1. Total de semillas germinadas (entre paréntesis, media \pm error típico) y número de especies aparecidas en las muestras de calcetines de las dos zonas de estudio, tras dos temporadas de germinación en invernadero ($n=6$).

	Pastizales	Matorrales
nº de germinaciones	854 (144,33 \pm 16,44)	1.276 (212,67 \pm 35,59)
nº de especies	47 (17,33 \pm 0,76)	42 (16,33 \pm 1,87)

Tabla 2. Porcentaje de semillas (arriba) y número de especies (abajo) recogidas en los calcetines en pastizales, matorrales y en el total, clasificadas según la presencia o no de estructuras dispersivas.

estructuras dispersivas	pastizales	matorrales	total
exozoocoria	26,35% 8 spp	57,76% 9 spp	45,16% 11 spp
anemocoria	3,51% 6 spp	0,31% 3 spp	1,60% 7 spp
pasiva	70,14% 33 spp	41,93% 30 spp	53,24% 48 spp

los matorrales fueron las responsables de más del 57% del total de las semillas aparecidas en este sistema, mientras que las ocho especies con adaptaciones de las muestras de los pastizales aportaron sólo el 26,35% del total (tabla 2).

CONCLUSIONES

Con la cautela que pueda generar la heterodoxa metodología utilizada, los resultados permiten elaborar una serie de conclusiones acerca de la importancia de la exozoocoria en la dinámica de los sistemas estudiados. En primer lugar, constatar la importancia de este vector en el desplazamiento de semillas lejos de la planta madre. De hecho, 2.130 germinaciones de 66 especies han mostrado su, al menos, potencial capacidad para ser transportadas por animales. Este número se podría ver, sin duda, incrementado aumentando el número de muestras y las fechas de recolección. Resulta complicado realizar comparaciones con otros trabajos, fundamentalmente por la escasez de publicaciones al respecto. Fischer *et al.* (1996) recogieron 8.511 semillas pertenecientes a 85 especies distintas en la lana de 2 ovejas marcadas, durante 16 inspecciones visuales, en pastizales secos calizos de Alemania. A este número hay que sumar las 382 semillas de 48 especies encontradas en las pezuñas de estas mismas ovejas, en el mismo periodo de tiempo. Milton *et al.* (1990), en una región árida de Sudáfrica, recogieron hasta 54 especies diferentes, utilizando tableros cubiertos con lana de oveja. Agnew y Flux (1970) encontraron 810 semillas de 17 especies diferentes sobre la piel de 160 liebres cazadas en las praderas de Kenya. Con estos antecedentes y con metodologías tan dispares no es posible evaluar convenientemente la importancia de los resultados aquí expuestos, aunque se podría intuir que fueron muchas las semillas y las especies que se adhirieron a los calcetines utilizados en el muestreo. Los resultados no

han mostrado diferencias entre sistemas, ni para la densidad de semillas ni para la riqueza de especies, lo que parece indicar, al menos, una similar potencialidad de transporte de semillas en ambos sistemas.

El muestreo no seleccionó aquellas especies adaptadas específicamente a la dispersión epizócora, sino que mostró un amplio abanico de otras especies que podrían ser dispersadas de esta manera, hecho que podría atribuirse al método de muestreo. Evidentemente, un calcetín no es igual que la pata de un animal, por lo que el espectro florístico recogido puede diferir en gran medida del que es efectivamente dispersado por los animales. Además, el trabajo se realizó con un material de gran capacidad adhesiva y recorriendo unos transectos que podrían ajustarse poco al comportamiento de los herbívoros. Sin embargo, también es posible que no sea estrictamente necesario para una planta poseer adaptaciones morfológicas específicas, de alto coste energético y evolutivo, para ser dispersada por adhesión (Sorensen, 1986; Fischer *et al.*, 1996), algo que también describió Ridley (1930), con especial mención para las pequeñas herbáceas. Este último autor afirmó que este mecanismo no especializado de dispersión de semillas ha debido de ser de enorme importancia para aquellas plantas que carecen de adaptaciones especiales para la dispersión, aparte de su pequeño tamaño. Algunas de las especies y géneros mencionados por Ridley (1930) como dispersadas en las pezuñas y pies de animales coinciden con varias de las plantas encontradas en el trabajo que aquí se presenta. Lo mismo sucede con alguna especie y varios géneros del trabajo de Fischer *et al.* (1996), en lo relativo a las especies recogidas en las pezuñas de las ovejas. La clasificación básica utilizada en este estudio mostró que gran parte de las especies pertenecían a la clase pasiva, por lo que su presencia en las muestras podría deberse a que se quedaban sujetas a la base del pie (o de la pezuña). Otros tra-

bajos han mencionado que no es imprescindible para una especie presentar adaptaciones morfológicas y ser dispersada por adhesión (Shmida y Ellner, 1983; Milton *et al.*, 1990). En cuanto a las especies anemócoras, Ridley (1930) también apostilló que son frecuentemente dispersadas por adhesión, especialmente si la pluma o el vilano se encuentran ligeramente húmedos.

Una conclusión de este trabajo es, por tanto, la inexistencia de adaptaciones especiales para la dispersión por adhesión en las semillas presentes en los calcetines. Por tanto, puede resultar interesante hacerse la misma pregunta que se plantearon Collins y Uno (1985): si las plantas han adaptado sus semillas a la dispersión por herbívoros (según Janzen, 1984), y los riesgos de destrucción de semillas por masticación, digestión o depredación son tan altos ¿por qué hay tan pocas plantas adaptadas para la exozoocoria? La respuesta podría ser que no es necesario tener adaptaciones para ser dispersado por adhesión. De hecho, muchas de las adaptaciones morfológicas que se han relacionado

con la exozoocoria podrían tener otras muchas utilidades: por ejemplo, los ganchos y las espinas pueden ser estrategias para evitar la depredación; igualmente, las cubiertas de mucílago o similares de algunas semillas podrían aumentar su capacidad de fijación al suelo, incrementando su capacidad de germinación y establecimiento (Sorensen, 1986). Estudios más extensos deberán profundizar en estos aspectos. En definitiva, y aunque el trabajo que se ha presentado en este capítulo no permite extraer conclusiones definitivas, resulta factible pensar que la dispersión por adhesión puede ser un factor de gran importancia en la dinámica de las comunidades vegetales.

AGRADECIMIENTOS

A J.E. Malo, por su apoyo intelectual y logístico. A la C.A.M. y al Ayuntamiento de San Agustín de Guadalix, por permitirnos trabajar en la dehesa de Moncalvillo. Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto CICYT AMB-99-0382.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNEW, A.D.Q.; FLUX, J.E.C., 1970. Plant dispersal by hares (*Lepus capensis* L.) in Kenya. *Ecology*, **51**, 735-737.
- ARQUEROS, L.; SÁNCHEZ, A.M.; AZCÁRATE, F.M.; ZALATNAI, M.; PECO, B., 1999. Variability in seed morphology and weight in Mediterranean grasslands of Central Spain. En: *VII European Ecological Congress. The European dimension in Ecology. Perspectives and Challenges for the 21st century*, 258. Halkidiki, Grecia.
- BULLOCK, S.H.; PRIMACK, R.B., 1977. Comparative experimental study of seed dispersal on animals. *Ecology*, **58**, 681-686.
- COLLINS, S.L.; UNO, G.E., 1985. Seed predation, seed dispersal, and disturbance in grasslands: a comment. *The American Naturalist*, **125** (6), 866-872.
- FISCHER, S.F.; POSCHLOD, P.; BEINLICH, B., 1996. Experimental studies on the dispersal of plants and animals on sheep in calcareous grasslands. *Journal of Applied Ecology*, **33** 1206-1222.
- GUITIÁN, J.; SÁNCHEZ, J.M., 1992. Seed dispersal spectra of plant communities in the Iberian Peninsula. *Vegetatio*, **98** (2) 157-164.
- JANZEN, D.H., 1984. Dispersal of small seeds by big herbivores: foliage is the fruit. *The American Naturalist*, **123** (3) 338-353.

- MILTON, S.J.; SIEGFRIED, W.R.; DEAN, W.R.J., 1990. The distribution of epizoochoric plant species: a clue to the prehistoric use of arid Karoo rangelands by large herbivores. *Journal of Biogeography*, **17**, 25-34.
- MOLINILLO, M.F.; FARJI BRENER, A.G., 1993. Technical note: Cattle as a dispersal agent of *Acacia elongata* (Rosaceae) in the cordillera of Mérida, Venezuela. *Journal of Range Management*, **46**, 557-561.
- MONTOYA OLIVER, J.M.; MESÓN GARCÍA, M.L.; RUIZ DEL CASTILLO, J., 1988. *Una dehesa testigo. La dehesa de Moncalvillo*. Madrid. ICONA.
- MORI, S.A.; BROWN, J.L., 1998. Epizoochorous dispersal by barbs, hooks, and spines in a lowland moist forest in central French Guiana. *Brittonia*, **50** (2), 165-173.
- OLSON, B.E.; ROSEANN, T.W.; KOTT, R.W., 1997. Recovery of leafy spurge seed from sheep. *Journal of Range Management*, **50** (1), 10-15.
- RIDLEY, H.N., 1930 (reprint 1990). *The dispersal of plants throughout the world*. Ashford, Reino Unido. L. Reeve & Co.
- SHMIDA, A.; ELLNER, S., 1983. Seed dispersal on pastoral grazers in open Mediterranean Chaparral, Israel. *Israel Journal of Botany*, **32**, 147-159.
- SORENSEN, A.E., 1986. Seed dispersal by adhesion. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **17**, 443-463.
- TRABA, J. 2000. *Uso ganadero y diversidad de pastizales. Relaciones con la disponibilidad y el movimiento de propágulos*. Tesis doctoral inédita. Universidad Autónoma de Madrid.
- WILLSON, M.F.; RICE, B.L.; WESTOBY, M., 1990. Seed dispersal spectra: a comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, **1**, 547-562.

SEED DISPERSAL BY ADHESION IN MEDITERRANEAN GRASSLANDS. AN EXPERIMENTAL APPROACH

SUMMARY

Exozoochory was studied in two different managed grazing areas. One was a *dehesa* grassland with extensive cattle and horse grazing, and the other one was a *Lavandula stoechas* shrubland abandoned 40-years ago. Seeds were sampled by walking along 200 metre transects with wool socks over the samplers' shoes. The socks were then placed in greenhouse conditions to monitor seed germination. The results yielded many seeds (> 2000) and species (66), but no significant differences between areas. The sampling technique did not select species with special adaptations to exozoochory. In spite of the heterodox method, seed density and diversity indicate that exozoochory may be an important factor in the community dynamics.

Keywords: Exozoochory, epizoochory, grazing, herbivory, long distance dispersal.